



⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 35 884 A 1

Zu X12

⑯ Aktenzeichen: 198 35 884.9  
⑯ Anmeldetag: 7. 8. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 10. 2. 2000

⑯ Anmelder:  
Sick AG, 79183 Waldkirch, DE

⑯ Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80538 München

⑯ Erfinder:  
Wenzler, Rainer, 79211 Denzlingen, DE; Mutter,  
Gerhard, 79837 Ibach, DE  
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 44 22 497 C2  
DE 196 49 928 A1  
Optische Unterscheidung. In: Messen, Prüfen,  
Automatisieren, 10, 1997, S.28-30;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Lichtgitter  
⑯ Verfahren zur Überwachung eines flächigen Überwachungsbereichs, mit wenigstens einer Hauptsendeeinrichtung zum Aussenden von Hauptsendelichtstrahlen entlang des Überwachungsbereichs und wenigstens einer Hauptempfangseinrichtung zum Empfang von Sendelichtstrahlen, wobei zur Ausblendung wenigstens einer Überwachungsfreien Zone aus dem Überwachungsbereich wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung zum Empfang von Hauptsendelichtstrahlen und wenigstens eine der Zwischenempfangseinrichtung zugeordnete Zwischensendeeinrichtung zum Aussenden von Zwischensendelichtstrahlen entlang des Überwachungsbereichs innerhalb des Überwachungsbereichs positionierbar sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Lichtgitter zur Überwachung eines flächigen Überwachungsbereichs, mit wenigstens einer Hauptsendeeinrichtung zum Aussenden von Hauptsendelichtstrahlen entlang des Überwachungsbereichs und wenigstens einer Hauptempfangseinrichtung zum Empfangen von Sendelichtstrahlen, sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Lichtgitters.

Solche Lichtgitter dienen beispielsweise zur Absicherung von Gefahrenzonen. Hierfür kann das Lichtgitter ein Gegenstandsfeststellungssignal auslösen, wenn ein Objekt, wie zum Beispiel eine Hand eines Arbeiters an einer Werkmaschine, in den Überwachungsbereich eindringt. Nachteilig an den bekannten Lichtgittern ist, daß auch beabsichtigt in den Überwachungsbereich eindringende Gegenstände, wie zum Beispiel Teile einer Werkzeugmaschine oder eines Werkstücks, in unerwünschter Weise zur Auslösung eines Gegenstandsfeststellungssignals führen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Lichtgitter und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen das beabsichtigte Eindringen von Gegenständen in den Überwachungsbereich kein Gegenstandsfeststellungssignal auslöst.

Diese Aufgabe wird zum einen durch ein Lichtgitter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dieses Lichtgitter besitzt wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung und eine Zwischensendeeinrichtung, die innerhalb des Überwachungsbereichs angeordnet werden können, um aus dem Überwachungsbereich eine überwachungsfreie Zone auszublenden. Hierfür ist die Zwischensendeeinrichtung bezüglich der Strahlrichtung der Hauptsendelichtstrahlen im wesentlichen hinter der Zwischenempfangseinrichtung angeordnet, so daß weder Sendelichtstrahlen in die überwachungsfreie Zone ausgesendet werden, noch Sendelichtstrahlen aus der überwachungsfreien Zone erwartet werden. Erfnungsgemäß kann also ein Gegenstand – in diesem Zusammenhang als Ausblendgegenstand bezeichnet – in beabsichtiger Weise in die überwachungsfreie Zone des Überwachungsbereichs eindringen, ohne Sendelichtstrahlen zu unterbrechen und ohne ein Gegenstandsfeststellungssignal auszulösen.

In einer Ausführungsform dieses Lichtgitters sind mehrere, insbesondere zwei Paare, bestehend aus Zwischenempfangseinrichtung und zugeordneter Zwischensendeeinrichtung, dergestalt innerhalb des Überwachungsbereichs vorgesehen, daß eine Zwischenempfangseinrichtung von Hauptsendelichtstrahlen und eine andere Zwischenempfangseinrichtung von Zwischensendelichtstrahlen beaufschlagt wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird zum anderen durch ein Lichtgitter mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9 gelöst. Bei diesem Lichtgitter kann eine Zwischenempfangseinrichtung ohne zugeordnete Zwischensendeeinrichtung vorgesehen sein, wobei die Zwischenempfangseinrichtung Sendelichtstrahlen empfängt und somit unterbricht, so daß in ihrem Schatten, also zwischen der Zwischenempfangseinrichtung und der Hauptempfangseinrichtung, eine überwachungsfreie Zone gebildet wird, die sich bis zu der Hauptempfangseinrichtung erstreckt. Alternativ oder zusätzlich kann bei diesem Lichtgitter eine Zwischensendeeinrichtung ohne zugeordnete Zwischenempfangseinrichtung innerhalb des Überwachungsbereichs positioniert sein, wobei sich eine überwachungsfreie Zone von der Hauptsendeeinrichtung entlang der Strahlrichtung der Hauptsendelichtstrahlen bis zu der Zwischensendeeinrichtung erstreckt.

Bevorzugte Ausführungsformen des Lichtgitters gemäß Anspruch 1 sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 beschrie-

ben, wobei die in diesen Unteransprüchen genannten Merkmale im Rahmen der Erfindung auch in entsprechender Weise bei dem Lichtgitter gemäß Anspruch 9 verwirklicht werden können. Außerdem erstreckt sich die Erfindung auch auf ein Lichtgitter, das die Merkmale einer Kombination der Ansprüche 1 und 9 aufweist.

Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 8 oder gemäß Anspruch 10. Bei diesen Verfahren wird, entsprechend dem Aufbau der erfindungsgemäßen Lichtgitter, ein Überwachungsbereich gebildet, indem eine Hauptsendeeinrichtung und eine Hauptempfangseinrichtung einander gegenüberstehend angeordnet werden. Innerhalb dieses Überwachungsbereichs werden eine Zwischenempfangseinrichtung und/oder eine Zwischensendeeinrichtung positioniert.

Während eines Überwachungsbetriebs beaufschlagen die jeweiligen Sendeeinrichtungen die betreffenden Empfangseinrichtungen mit Sendelichtstrahlen, wobei innerhalb des Überwachungsbereichs wenigstens eine überwachungsfreie Zone gebildet wird, nämlich indem eine Zwischenempfangseinrichtung Sendelichtstrahlen beabsichtigt unterbricht oder Sendelichtstrahlen erst von einer innerhalb des Überwachungsbereichs angeordneten Zwischensendeeinrichtung und somit nicht entlang des gesamten Überwachungsbereichs ausgesendet werden. Bei Detektion einer unerwünschten Unterbrechung eines Sendelichtstrahls durch einen Gegenstand, der den Überwachungsbereich außerhalb der ausgeblendeten Zonen durchdringt, wird ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben; in diesen zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Lichtgitter mit zwei Paaren von Zwischenempfangseinrichtung und zugeordneter Zwischensendeeinrichtung.

Fig. 2 eine Ausführungsform des Lichtgitters gemäß Fig. 1 und

Fig. 3 ein weiteres, erfindungsgemäßes Lichtgitter mit einer einzelnen Zwischenempfangseinrichtung und einer einzelnen Zwischensendeeinrichtung.

Fig. 1 zeigt eine Hauptsendeeinrichtung 11 und eine hierzu gegenüberliegende Hauptempfangseinrichtung 13. An der Hauptsendeeinrichtung 11 sind mehrere nicht dargestellte Sendeelemente angeordnet, welche Hauptsendelichtstrahlen 15 in Richtung der Hauptempfangseinrichtung 13 aussenden. Die Hauptsendelichtstrahlen 15 verlaufen gleichsinnig parallel zueinander entlang einer Strahlrichtung A. An der Hauptempfangseinrichtung 13 sind mehrere Empfangselemente angeordnet, von denen einige von den Hauptsendelichtstrahlen 15 beaufschlagt werden.

Ein Überwachungsbereich 17 erstreckt sich zwischen den Sendeelementen der Hauptsendeeinrichtung 11 und den Empfangselementen der Hauptempfangseinrichtung 13. Innerhalb des Überwachungsbereichs 17 sind eine erste und eine zweite überwachungsfreie Zone 19 bzw. 21 auf folgende Weise gebildet: Jede überwachungsfreie Zone 19, 21 ist entgegen der Strahlrichtung A durch eine Zwischenempfangseinrichtung 23 bzw. 25, und in Strahlrichtung A durch eine Zwischensendeeinrichtung 27 bzw. 29 begrenzt. Die Zwischensendeeinrichtungen 27, 29 senden Zwischensendelichtstrahlen 31 gleichsinnig parallel zu der Strahlrichtung A aus. Diese Zwischensendelichtstrahlen 31 beaufschlagen die jeweils in Strahlrichtung A benachbarte Empfangseinrichtung 25 bzw. 13.

Die Hauptsendeeinrichtung 11 und die beiden Zwischensendeeinrichtungen 27, 29 sowie die Hauptempfangseinrichtung 13 und die beiden Zwischenempfangseinrichtungen 23, 25 sind jeweils über flexible Kabel 33 seriell mitein-

ander verbunden.

Bei dem erfindungsgemäßen Überwachungsverfahren ist ein Überwachungsbetrieb vorgesehen, bei dem die überwachungsfreien Zonen 19, 21 aus dem Überwachungsbereich 17 ausgeblendet werden und bei dem gleichzeitig alle anderen Teile des Überwachungsbereichs 17 auf eine Unterbrechung der Sendelichtstrahlen 15, 31 und somit auf ein Eindringen eines Gegenstandes überwacht werden. Vorzugsweise senden die Hauptsendeeinrichtung 11 und die Zwischensendeeinrichtungen 27, 29 die Sendelichtstrahlen 15 bzw. 31 in gleichzeitig getriggertem Pulsbetrieb oder in kontinuierlichem Dauerlichtbetrieb.

Die Zwischensendeeinrichtung 27 und die Zwischenempfangseinrichtung 25 können auch vertauscht zueinander angeordnet sein, so daß zwischen den beiden überwachungsfreien Zonen 19, 21 die Zwischensendelichtstrahlen 31 entgegengesetzt parallel zu der Strahlrichtung A verlaufen.

Es ist ein Vorteil des erfindungsgemäßen Lichtgitters, daß die Zwischenempfangseinrichtung 23, 25 und/oder die Zwischensendeeinrichtung 27, 29 räumlich variabel innerhalb des Überwachungsbereichs angeordnet werden können, und zwar auch während des laufenden Überwachungsbetriebs. Dadurch läßt sich die entsprechende überwachungsfreie Zone 19, 21 selbst während des Überwachungsbetriebs beliebig innerhalb des Überwachungsbereichs 17 verschieben. Beispielsweise kann die überwachungsfreie Zone 19, 21 der Bewegung eines den Überwachungsbereich 17 beabsichtigt durchdringenden Teils einer Werkmaschine folgen, beispielsweise der Bewegung eines Trägerarms. Hierfür kann die betreffende Zwischenempfangseinrichtung 23, 25 und die betreffende Zwischensendeeinrichtung 27, 29 an diesem Teil der Werkmaschine befestigt sein.

Fig. 2 zeigt eine derartige Verschiebung der überwachungsfreien Zone 19 nach oben. Selbstverständlich ist vorgesehen, daß die mit der Zwischenempfangseinrichtung 23 und der Zwischensendeeinrichtung 27 verbundenen Kabel 33 keine Sendelichtstrahlen 15, 31 unterbrechen. Diese Kabel 33 verlaufen also außerhalb der Ebene, in der sich der Überwachungsbereich 17 erstreckt. Anstelle der Kabel 33 kann eine autonome Energieversorgung der Einrichtungen 23, 25, 27, 29 sowie eine drahtlose Signalübertragung vorgesehen sein.

Fig. 2 zeigt außerdem eine weitere überwachungsfreie Zone 35, die sich parallel zu der Strahlrichtung A zwischen der Hauptsendeeinrichtung 11 und der Hauptempfangseinrichtung 13 erstreckt. Diese überwachungsfreie Zone 35 ist dadurch gebildet, daß diejenigen Empfangselemente, welche die Zone 35 in Strahlrichtung A begrenzen, ausgeschaltet sind oder zumindest keinen Empfang eines Sendelichtstrahls 15, 31 erwarten. Gleichzeitig können – wie in Fig. 2 gezeigt – die entsprechenden Sendeelemente der Hauptsendeeinrichtung 11 abgeschaltet sein, ohne daß dies jedoch zwingend erforderlich wäre.

Fig. 3 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Lichtgitter, bei dem sich zwischen einer Hauptsendeeinrichtung 11 und einer Hauptempfangseinrichtung 13 ein Überwachungsbereich 17 erstreckt. Dieser Überwachungsbereich 17 besitzt an seiner Umrandung der Hauptsendeeinrichtung 11 benachbart eine überwachungsfreie Zone 37 und der Hauptempfangseinrichtung 13 benachbart eine überwachungsfreie Zone 39.

Die überwachungsfreie Zone 37 ist dadurch gebildet, daß eine Zwischensendeeinrichtung 41 Zwischensendelichtstrahlen 31 in Strahlrichtung A aussendet, während bezüglich dieser Zwischensendeeinrichtung 41 entgegen der Strahlrichtung A keine Hauptsendelichtstrahlen 15 ausgesendet werden oder eventuell ausgesendete Hauptsendelichtstrahlen nicht detektiert werden.

Die überwachungsfreie Zone 39 entsteht, indem eine von der Hauptempfangseinrichtung 13 entgegen der Strahlrichtung A beabstandet angeordnete Zwischenempfangseinrichtung 43 die Hauptsendelichtstrahlen 15 der Hauptsendeeinrichtung 11 empfängt, wobei nach dieser Zwischenempfangseinrichtung 43 keine weiteren Sendelichtstrahlen in Richtung der Hauptempfangsrichtung 13 ausgesendet werden.

Die Zwischensendeeinrichtung 41 und die Zwischenempfangseinrichtung 43 sind – wie auch die Hauptempfangseinrichtung 11 und die Hauptempfangseinrichtung 13 – über flexible Kabel 33 parallel mit einer zentralen Steuer- und Auswerteeinheit 45 verbunden.

Vor dem Beginn des Überwachungsbetriebs der in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Lichtgitter kann ein Initialisierungsbetrieb durchgeführt werden, bei dem zunächst diejenigen Sende- und Empfangselemente der Einrichtungen 11, 13, 23, 25, 27, 29, 41, 43 festgelegt werden, die zur Ausblendung von überwachungsfreien Zonen 19, 21, 35, 37, 39 keine Sendelichtstrahlen aussenden bzw. empfangen sollen, und bei dem anschließend Referenzsignale der entsprechend aktivierten Empfangselemente ermittelt werden, während kein weiterer Gegenstand außer den genannten Einrichtungen den Überwachungsbereich 17 unerwünscht durchdringt.

#### Bezugszeichenliste

- 11 Hauptsendeeinrichtung
- 13 Hauptempfangseinrichtung
- 15 Hauptsendelichtstrahl
- 17 Überwachungsbereich
- 19 überwachungsfreie Zone
- 21 überwachungsfreie Zone
- 23 Zwischenempfangseinrichtung
- 25 Zwischenempfangseinrichtung
- 27 Zwischensendeeinrichtung
- 29 Zwischensendeeinrichtung
- 31 Zwischensendelichtstrahl
- 33 Kabel
- 35 überwachungsfreie Zone
- 37 überwachungsfreie Zone
- 39 überwachungsfreie Zone
- 41 Zwischensendeeinrichtung
- 43 Zwischenempfangseinrichtung
- 45 Steuer- und Auswerteeinheit

A Strahlrichtung

#### Patentansprüche

1. Lichtgitter zur Überwachung eines flächigen Überwachungsbereichs (17), mit
  - wenigstens einer Hauptsendeeinrichtung (11) zum Aussenden von Hauptsendelichtstrahlen (15) entlang des Überwachungsbereichs (17) und
  - wenigstens einer Hauptempfangseinrichtung (13) zum Empfang von Sendelichtstrahlen (15, 31), dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausblendung wenigstens einer überwachungsfreien Zone (19, 21) aus dem Überwachungsbereich (17)
    - wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung (23) zum Empfang von Hauptsendelichtstrahlen (15) und
    - wenigstens eine der Zwischenempfangseinrichtung (23) zugeordnete Zwischensendeeinrichtung (27) zum Aussenden von Zwischensendelichtstrahlen (31) entlang des Überwachungsbereichs (17) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) positionierbar sind.

2. Lichtgitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausblendung mehrerer überwachungsfreien Zonen (19, 21) aus dem Überwachungsbereich (17) mehrere Zwischenempfangseinrichtungen (23, 25) und jeweils zugeordnete Zwischensendeeinrichtungen (27, 29) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) positionierbar sind, wobei eine Zwischenempfangseinrichtung (25) zumindest teilweise durch Zwischensendelichtstrahlen (31) einer Zwischensendeeinrichtung (27) beaufschlagbar ist. 10

3. Lichtgitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenempfangseinrichtung (23, 25, 43) und die Zwischensendeeinrichtung (27, 29, 41) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) räumlich variabel positionierbar sind. 15

4. Lichtgitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenempfangseinrichtung (23, 25, 43) und die Zwischensendeeinrichtung (27, 29, 41) zur räumlich variierenden Ausblendung eines innerhalb des Überwachungsbereichs (17) zu bewegenden Ausblendgegenstandes an dem Ausblendgegenstand angeordnet sind. 20

5. Lichtgitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptsendeeinrichtung (11), die Zwischensendeeinrichtung (27, 29, 41), die Hauptempfangseinrichtung (13) und/oder die Zwischenempfangseinrichtung (23, 25, 43) jeweils mehrere Sendeelemente zum Aussenden der Sendelichtstrahlen (15, 31) bzw. mehrere Empfangselemente zum Empfang der Sendelichtstrahlen aufweisen, wobei 30 die Elemente einer Einrichtung (11, 13, 23, 25, 27, 29, 41, 43) insbesondere linear entlang der Einrichtung angeordnet sind. 25

6. Lichtgitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Hauptsendelichtstrahlen (15) im wesentlichen gleichsinnig parallel zueinander verlaufen, und/oder die einzelnen Zwischensendelichtstrahlen (31) im wesentlichen gleichsinnig parallel zueinander verlaufen, und/oder die Hauptsendelichtstrahlen (15) einerseits und die 35 Zwischensendelichtstrahlen (31) andererseits im wesentlichen gleichsinnig parallel zueinander verlaufen. 7. Lichtgitter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptsendeeinrichtung (11), die Hauptempfangseinrichtung (13), die 40 Zwischenempfangseinrichtung (23, 25, 43) und die Zwischensendeeinrichtung (27, 29, 41) miteinander und/oder mit einer Steuer- und Auswerteeinheit (45) signalübertragungsfähig verbunden, insbesondere über flexible Signalübertragungs- und Versorgungskabel 50 (33) verbunden sind. 45

8. Verfahren zur Überwachung eines Überwachungsbereichs (17), insbesondere mittels eines Lichtgitters nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 55

daß wenigstens eine Hauptsendeeinrichtung (11) und wenigstens eine Hauptempfangseinrichtung (13) außerhalb sowie wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung (23, 25) und wenigstens eine Zwischensendeeinrichtung (27, 29) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) angeordnet werden, 60

daß während eines Überwachungsbetriebs die Hauptsendeeinrichtung (11) und die Zwischensendeeinrichtung (27, 29) Sendelichtstrahlen (15, 31) entlang des Überwachungsbereichs (17) aussenden, welche die 65 Hauptempfangseinrichtung (13) und die Zwischenempfangseinrichtung (23, 25) zumindest teilweise beaufschlagen, wobei die Zwischenempfangseinrichtung

(23, 25) und die Zwischensendeeinrichtung (27, 29) eine überwachungsfreie Zone (19, 21) aus dem Überwachungsbereich (17) ausblenden, und daß bei Unterbrechen eines Sendelichtstrahls (15, 31) durch einen den Überwachungsbereich (17) durchdringenden Gegenstand ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt wird.

9. Lichtgitter zur Überwachung eines flächigen Überwachungsbereichs (17), mit

- wenigstens einer Hauptsendeeinrichtung (11) zum Aussenden von Hauptsendelichtstrahlen (15) entlang des Überwachungsbereichs (17) und
- wenigstens einer Hauptempfangseinrichtung (13) zum Empfang von Sendelichtstrahlen (15, 31), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausblendung wenigstens einer überwachungsfreien Zone (37, 39) aus einem Randbereich des Überwachungsbereichs (17) positionierbar ist.
- wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung (43) zum Empfang von Sendelichtstrahlen (15, 31) und/oder
- wenigstens eine Zwischensendeeinrichtung (41) zum Aussenden von Zwischensendelichtstrahlen (31) entlang des Überwachungsbereichs (17) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) positionierbar ist.

10. Verfahren zur Überwachung eines Überwachungsbereichs (17), insbesondere mittels eines Lichtgitters nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet,

daß wenigstens eine Hauptsendeeinrichtung (11) und wenigstens eine Hauptempfangseinrichtung (13) außerhalb sowie wenigstens eine Zwischenempfangseinrichtung (43) und/oder wenigstens eine Zwischensendeeinrichtung (41) innerhalb des Überwachungsbereichs (17) angeordnet werden, daß während eines Überwachungsbetriebs die Sendeinrichtungen (11, 41) Sendelichtstrahlen (15, 31) entlang des Überwachungsbereichs (17) aussenden, welche die Empfangseinrichtungen (13, 43) zumindest teilweise beaufschlagen, wobei die Zwischenempfangseinrichtung (43) bzw. die Zwischensendeeinrichtung (41) wenigstens eine überwachungsfreie Zone (37, 39) aus dem Überwachungsbereich (17) ausblendet, und

daß bei Unterbrechen eines Sendelichtstrahls (15, 31) durch einen den Überwachungsbereich (17) durchdringenden Gegenstand ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß alle Sendeinrichtungen (11, 27, 29, 41) die jeweiligen Sendelichtstrahlen (15, 31) im wesentlichen gleichzeitig aussenden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**This Page Blank (uspto)**

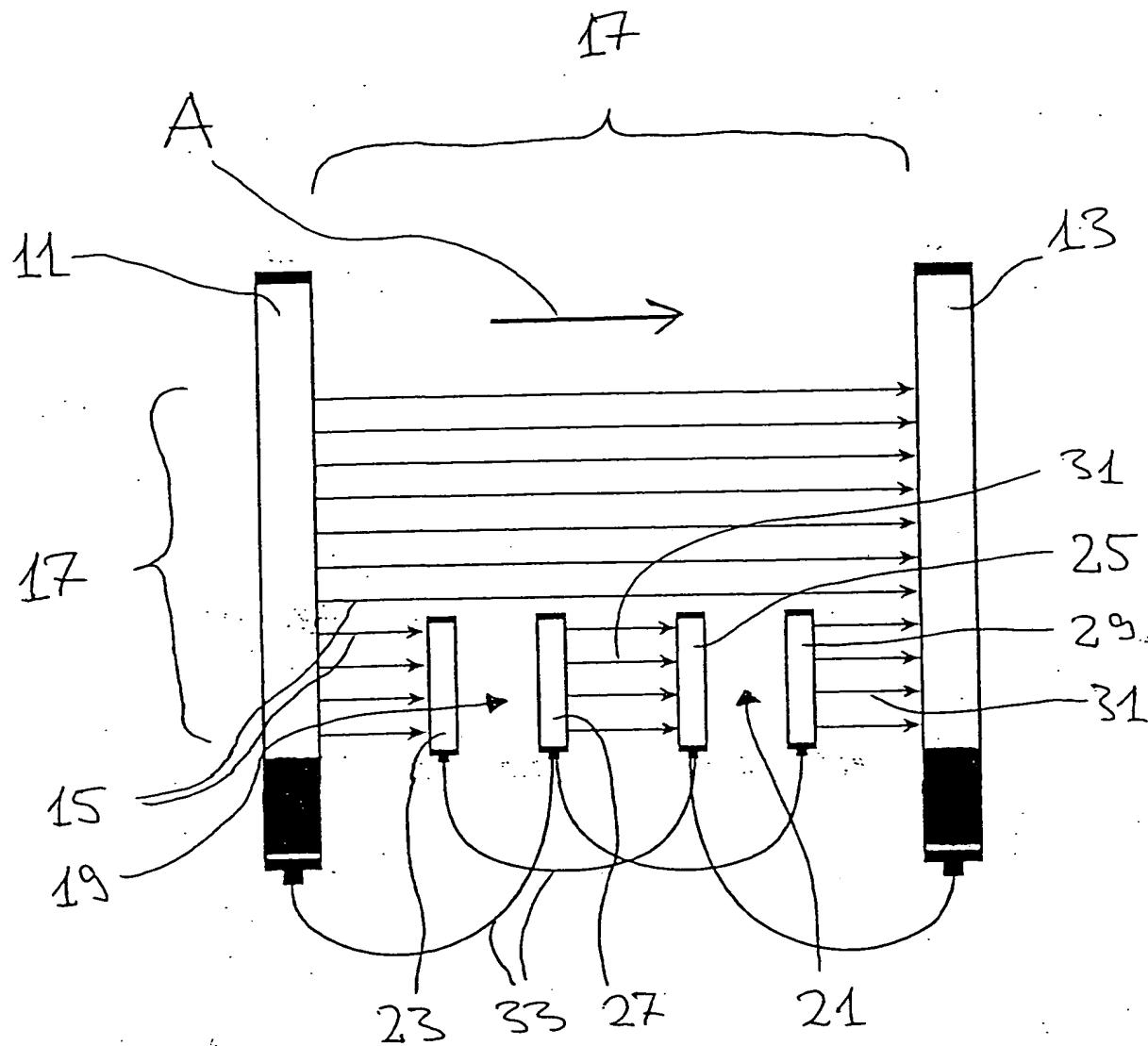


Fig. 1

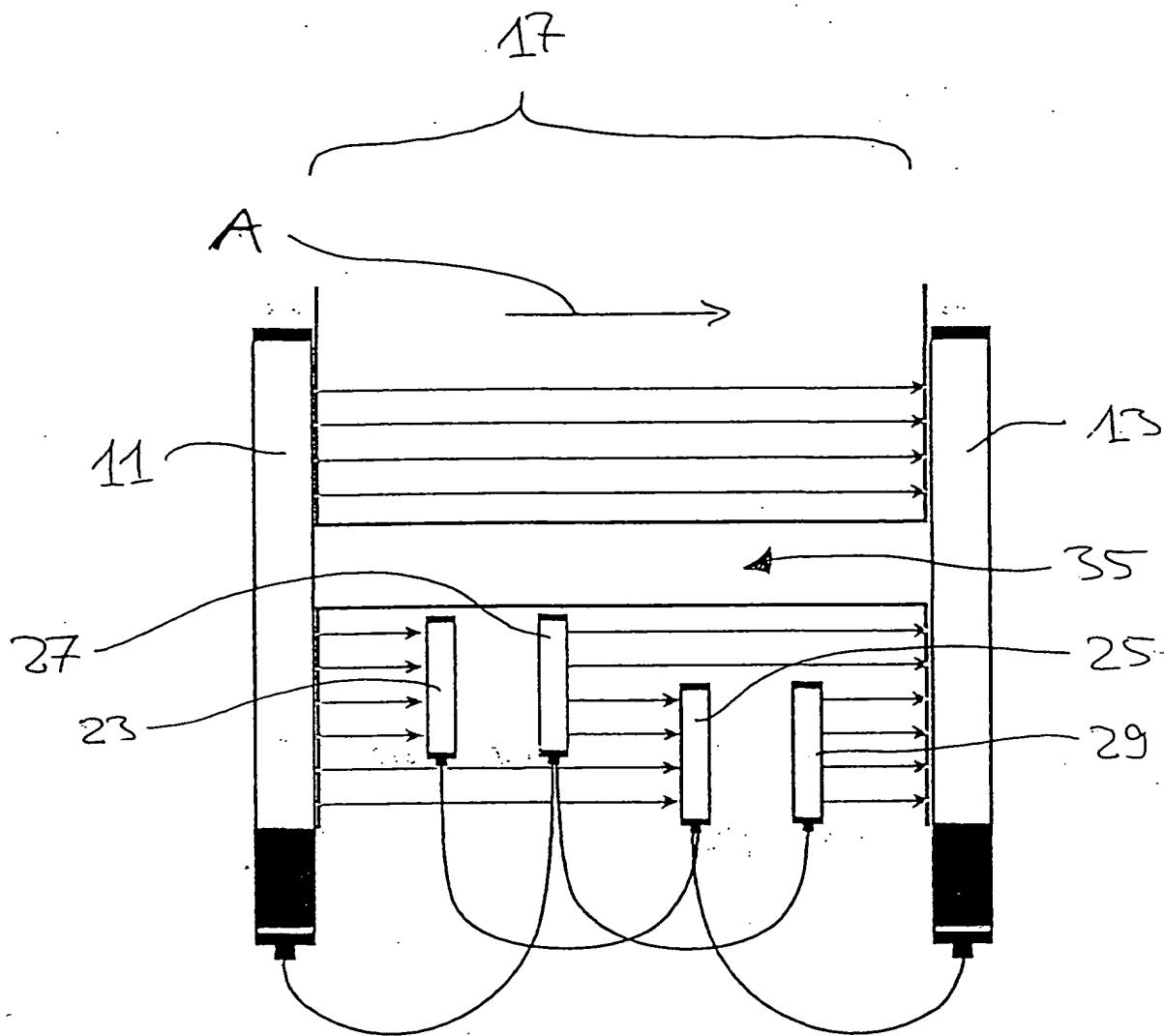


Fig. 2

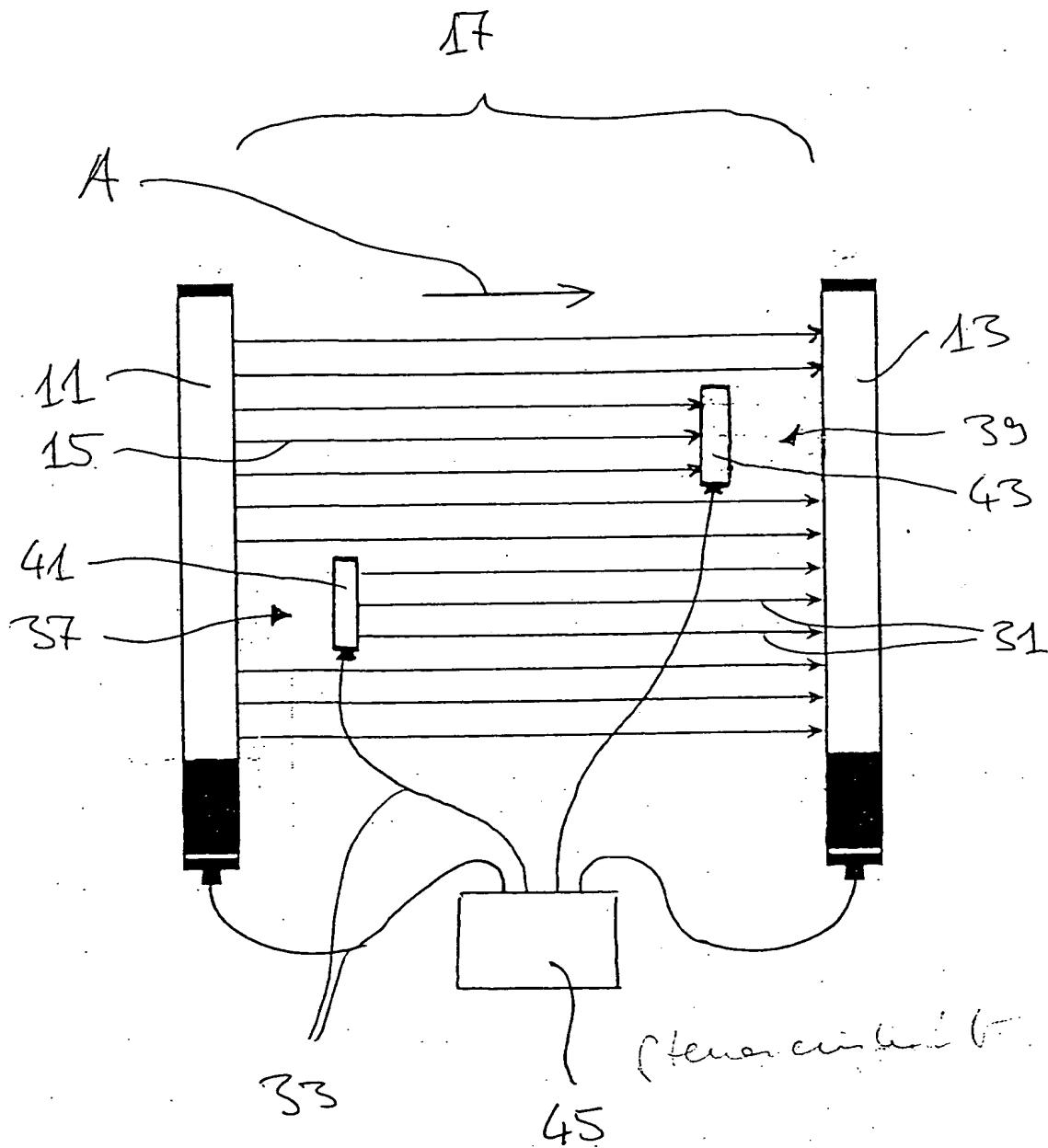


Fig. 3